

**ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 12–18 ЛЕТ,
ПРОЖИВАЮЩИХ В ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТОМ МЕГАПОЛИСЕ (Г. МИНСК)
С.Э. Загорский¹, Е.А. Синевич², С.Б. Мельнов³**

¹Минский государственный медицинский университет, Беларусь

²Международный государственный экологический университет
им. А.Д. Сахарова, Беларусь

³Полесский государственный университет, Беларусь

Введение. Город Минск характеризуется высоким промышленным потенциалом (более 200 предприятий, загрязняющих окружающую среду) и сильно развитой транспортной сетью (загрязнения от автотранспорта составляют более 60% от общего объема выбросов) и вместе с большой плотностью населения создают экологическую напряженность в городе и, как следствие, он относится к числу городов с высокой плотностью выбросов вредных веществ на единицу площади.

Степень загрязнения окружающей среды токсическими элементами и биогеохимические факторы в процессе онтогенеза оказывают выраженное влияние на формирование элементного состава организма [1, 2]. Неблагоприятные условия среды в первую очередь представляют опасность для детей и подростков, которые в силу морфофункциональной незрелости отличаются повышенной чувствительностью к недостаточному или избыточному поступлению извне химических элементов, различным внешним физическим и биологическим воздействиям. На основании этого детский организм можно рассматривать как своеобразный маркер состояния окружающей среды [3, 4]. Таким образом, проблема изучения дефицита, недостатка и дисбаланса макро– и микроэлементов у детей является весьма актуальной, может служить методической основой для проведения эколого–физиологических исследований и оказывает существенное влияние на разработку адекватных методов поддержания здоровья населения.

Целью настоящего исследования явилось изучение элементного состава волос детей старшего возраста, проживающих в городе Минске.

Материал и методы исследования. Для исследования методом сплошной случайной выборки было отобрано 190 детей и подростков в возрасте от 12 до 18 лет, проживающих в мегаполисе (Минск). Средний возраст обследованных детей составил: Ме (LQ/UQ) – 15,75 лет (14,75/16,5); количество обследованных девочек – 104 (54,7%), мальчиков – 86 (45,3%). Распределение обследованных детей и подростков по возрасту не соответствовало нормальному распределению (критерий Шапиро–Уилка, $W=0,96$, $p=0,002$).

Исследование элементного состава волос проводилось методом рентген–флуоресцентной спектрометрии (аппарат ELVAX, НПП «Элватех», Украина) с определением эссенциальных (Ca, K, Zn, Fe, Cu, Se, Cr) и токсичных (Pb, Cd, Hg, As) элементов. Волосы, как биологический субстрат, объективно характеризуют элементный статус организма, так как в своем составе зависят от процессов депонирования, концентрирования и элиминации химических элементов [5,6]. За нормальные показатели были приняты референтные значения, приведенные А.В. Скальным, И.А. Рудаковым, Н.Р. Bertram [7,8].

Статистическая обработка материалов выполнена с использованием пакета программ Statistica 6.0. Для оценки нормальности распределения групп по исследуемым параметрам применяли критерий Шапиро–Уилка. В качестве показателей описательной статистики рассчитывали медиану (Me), нижние и верхние квартили (LQ/UQ). При анализе данных использовали непараметрические методы с расчетом U–критерия Манна–Уитни. При сравнении относительных частот применяли двухсторонний критерий статистической значимости p . За уровень статистической достоверности принимали $p<0,05$.

Результаты. Результаты исследования содержания эссенциальных элементов в волосах, проживающих в городе Минске, суммированы в таблице 1. Как свидетельствуют полученные данные, при анализе элементного состава волос детей и подростков изменения были выявлены практически у всех обследованных. При этом в большинстве случаев (70,5%) отмечается выход за границы нормального диапазона значений трех и более определяемых элементов.

Таблица – Показатели содержания элементов в волосах обследованных детей и подростков (медиана; 25, 75 процентиля; процент случаев отклонения от допустимого уровня)

Уровень биоэлемента	Ca	Zn	K	Cu	Se	Fe	Cr
Медиана, мкг/г	338,4	123,8	80,8	7,6	0,7	11,6	1,3
25 перцентиль, мкг/г	185,5	102,1	54,8	6,1	0,5	7,8	1
75 перцентиль, мкг/г	624,9	151,1	106,3	9,8	1	17,3	1,9
референтные значения*	254–611	94–183	53–663	8,0–12,0	0,65–2,43	13–27	0,26–0,7
Снижен, %	38,4	15,5	28,7	52,3	44,7	57,6	6,8
Повышен, %	37,5	10,7	–	17,8	–	7,8	81,5
Изменен, %	75,9	26,2	28,7	70,1	44,7	65,4	88,2
P**	>0,05	<0,0001	<0,003	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001

* – референтные значения приведены согласно Скальному А.В., Рудакову И.А.

** – статистически значимые различия между частотой снижения и повышения данного элемента

Полученные нами данные характеризуются широким разбросом значений концентраций элементов и их морганизацией относительно медианы, что характерно для активно протекающих адаптационных процессов.

Необходимо также отметить, что медиана таких эссенциальных элементов как кальций, калий, цинк, селен у обследованных детей находилась в пределах референтных значений. Однако, как видно из таблицы 1, несмотря на нормальные показатели медианы этих элементов, особое внимание обращает на себя факт высокой частоты дисбаланса их уровня в волосах детей на индивидуальном уровне. Так, по результатам исследования, у детей имел место дисбаланс содержания кальция в 75,9% случаев, при этом сниженное содержание встречалось с приблизительно той же частотой, что и повышенный уровень кальция (38,4% и 37,5% случаев, соответственно).

Почти у трети (28,7%) обследованных детей отмечалось снижение содержания калия в волосах. Калий обеспечивает биоэлектрическую активность клеток, регулирует нервно-мышечную возбудимость и проводимость, принимает участие в поддержании кислотно-щелочного равновесия и водно-солевого баланса, обмене углеводов и белков.

Частота случаев дисбаланса цинка у детей имела наименьший показатель (26,2% случаев) по сравнению с другими эссенциальными элементами. Хорошо известно, что цинк входит в состав большого числа ферментов (карбоангидраза, нуклеодилтрансфераза и др.) и необходим для нормального синтеза белка и нуклеиновых кислот, экспрессии генов, стабильности ДНК, РНК и рибосом. Закономерно, что дефицит цинка отрицательно влияет на функции практически всех систем организма.

По нашим данным, у большинства детей и подростков медиана содержания селена была в пределах нормальных показателей (0,7 при норме 0,65–2,43 мкг/г), однако у 44,7% обследованных содержание селена было явно ниже нормальных показателей, что вполне соответствует приводимым в литературе сведениям об обеспеченности селеном населения Республики Беларусь [5,9].

Участие меди и железа в ферментативных системах, обеспечивающих регуляцию важнейших механизмов регуляции гомеостаза (включая окислительные процессы), предполагает значительную роль их дефицита во многих патологических реакциях [9,10,11]. По нашим данным медиана элементов меди, железа и хрома соответствует направленности их дисбаланса. Так, медиана железа находилась ниже данных границ (11,6 мкг/г), а частота случаев снижения составляет 57,6%. Частота дисбаланса меди находится примерно на этом же уровне, в то же время медиана меди незначительно ниже референтных границ (7,6 мкг/г при допустимом уровне 8–12).

По результатам анализа в волосах детей отмечалось повышенное содержание хрома (1,3 мкг/г при нормальном уровне в волосах 0,26–0,7 мкг/г). При этом у обследованных детей выявлен избыток хрома в 81,5% случаев. Основные метаболические эффекты хрома связаны с его влиянием на углеводный и липидный обмен, а также с иммуномодулирующим действием и контролем апоптоза.

Медиана содержания токсичных элементов (свинца, кадмия, мышьяка и ртути) в волосах обследованных пациентов не превысило допустимых значений. Последствия токсического действия свинца, кадмия, висмута, ртути достаточно хорошо изучены [6,12]. В нашем исследовании у детей чаще выявлялся избыток свинца (у 23,3% обследованных) и кадмия (16,2%), а повышенное содержание мышьяка и ртути носило эпизодический характер (не более 1–2 случаев в выборке).

По нашим данным, различия содержания элементов в зависимости от пола выявлены только для кальция и меди. Девочки по сравнению с мальчиками характеризуются более высоким содержанием в волосах кальция (338,4 мкг/г и 241,8, соответственно) и меди (8,3 мкг/г и 6,6 соответственно). Статистически достоверные различия частот дисбаланса отмечены для кальция (девочки 23,1%, мальчики 41,4%) и меди (девочки 31,4%, мальчики 63,2%).

По результатам анализа, статистически значимых возрастных различий установлено не было.

По литературным данным избыточное содержание эссенциальных элементов можно рассматривать как токсическое воздействие, однако это применимо к людям, имеющим профессиональный контакт с этими элементами [13]. По мнению А.В. Скального [14] превышение содержания эссенциальных элементов отражает увеличение их мобильного обмена пула, т.к. волосы выполняют функцию, как депонирования, так и выведения биоэлементов из организма. Такая ситуация указывает на активное противодействие неблагоприятному влиянию повышенного поступления как токсичных, так и эссенциальных элементов, что нивелируют отрицательные эффекты и повышает адаптативность организма [15]. Напротив, состояние дефицита отражает уменьшение обмена пула элементов, что может приводить к дезадаптационным процессам [13]. На основе полученных нами данных, у детей проживающих, в городе Минске наблюдается преобладание низких значений химических элементов, что в целом можно рассматривать как фактор снижения компенсаторно-приспособительных и адаптационных резервов детских организмов.

Выводы.

1. У детей в старшем возрастном периоде, проживающих в городе Минске, наблюдается дисбаланс содержания ряда биоэлементов в организме, при этом у большинства (70,5%) пациентов изменения носят мультикомпонентный характер. Отмечались изменения дисбаланса следующих элементов: кальция (без выраженной направленности изменений), меди, железа, цинка, селена, калия (с преимущественно сниженным уровнем – 52,3%, 57,6% и 15,5%, 44,7%, 29,5%, случаев, соответственно), хрома (избыток у 76,4%).

2. Уровни обнаруженных тяжелых металлов были в пределах допустимых значений (свинец, кадмий, мышьяк, ртуть), однако имела место высокая частота избытка свинца (в 26,6% случаев) и кадмия (в 11,5%).

3. У обследованных пациентов половые различия включали в себя более высокое содержание кальция, меди у девочек по сравнению с мальчиками; возрастных различий не было выявлено.

4. Преобладание низких значений химических элементов в целом указывает на снижение адаптационных резервов детских организмов.

Литература:

1. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение // Микроэлементы в медицине. Т.2. Вып.1, 2001. – 2–5 с.
2. Рихванов Л.П., Нарзулаев С.Б., Язиков Е.Г. и др. Геохимия почв и здоровье детей города Томска. – Томск: изд-во ТГУ, 1993. – 142 с.
3. Экологические и гигиенические проблемы здоровья детей и подростков / под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. – М.: 1998. – 350 с.
4. Скальный А.В., Яцык Г.В., Одинаева Н.Д. Микроэлементозы у детей: распространенность и пути коррекции / Практическое пособие для врачей. – М., 2002. – 86 с.
5. Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты / Под ред. Н.А.Гресь, А.В.Скального. – Минск : Харвест, 2011. – 352с.
6. Маленченко А.Ф., Бажанова Н.Н., Жук И.В. и др. Элементный состав волос жителей Беларуси // Проблемы здоровья и экологии. – 2009. – №.1 – С.126–130.
7. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Оникс XI век, 2004. – 272с.
8. Bertram H.P. Spurenelemente: Analytik, toxikologische und medizinische klinische Bedeutung. – Munchen, Wien, Baltimore, Urban und Schwarzenberg, 1992. – 228s.
9. Мохорт Е.Г. Йодная и селеновая обеспеченность детей и подростков, проживающих в г. Минске // Мед. Новости. – 2004. – №7. – С.86–89.

10. Гресь Н.А., Тарасюк И.В. Микроэлементозы человека: актуальные проблемы (Сообщение I. Обзор литературы) // Медицина. – 2006. – №3. – С.37–45.
11. Гресь Н.А., Тарасюк И.В. Микроэлементозы человека: распространенность (Сообщение III. Обзор литературы) // Медицина. – 2007. – №2. – С.45–48.
13. Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В., Турчанинова М.С. Микроэлементозы у детского населения мегаполиса: эпидемиологическая характеристика и возможности профилактики // Педиатрия. – 2011. – Т. 90, № 1. – С. 96–101.
14. Гресь, Н.А. , Тарасюк, И.В., Ставрова Е.П. Микроэлементы человека: метаболические и функциональные взаимодействия. – М.: Медицина, 3–2007. – 43–47 с.
15. Скальный, А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение). – М., 1999. – 54–73 с.
16. Скальный, А.В., Быков А.Т. Эколого–физиологические аспекты применения макро– и микроэлементов в восстановительной медицине. – Оренбург, 2003. – 51–58 с.